

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU
ODJEL MENADŽMENTA

SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
MENADŽMENT

Ivana Mihaljević

PRIMJENA KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA I NJIHOV
UTJECAJ NA PRIRODNE EKOSUSTAVE I SIGURNOST
HRANE

Završni rad

Šibenik, 2019.

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU
ODJEL MENADŽMENTA

SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
MENADŽMENT

PRIMJENA KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA I NJIHOV
UTJECAJ NA PRIRODNE EKOSUSTAVE I SIGURNOST
HRANE

Završni rad

Kolegij: Upotreba DDD i HACCP-a u hotelijerstvu

Mentor: mr. sc. Tanja Radić Lakoš, v. pred.

Studentica: Ivana Mihaljević

Matični broj studenta: 1219042966

Šibenik, 2019.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PESTICIDI	2
3. POJAM I VRSTE INSEKTICIDA	4
3.1. Organofosforni insekticidi	6
3.2. Karbamati	7
3.3. Piretroidi	8
3.4. Neonikotinoidi	9
3.5. Diamidi	10
3.6. Biotehnički insekticidi	10
3.7. Biološki insekticidi	11
3.8. Biljni insekticidi	13
4. PODJELA KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA REGISTRIRANIH U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA AKTIVNIM TVARIMA	14
4.1. Podjela organofosfornih insekticida prema aktivnim tvarima.....	14
4.2. Podjela karbamata prema aktivnim tvarima	17
4.3. Podjela piretroida prema aktivnim tvarima	18
5. UTJECAJ KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA NA EKOSUSTAVE I SIGURNOST HRANE	23
5.1. Utjecaj konvencionalnih insekticida na ekosustave	23
5.2. Utjecaj konvencionalnih insekticida na sigurnost hrane	26
5.3. Rezultati kontrole nad ostacima pesticida u i na hrani na hrvatskom tržištu	28
6. PRIMJERI UPORABE INSEKTICIDA U UZGOJU JAGODA.....	33
7. ZAKLJUČAK	41
LITERATURA.....	42

Veleučilište u Šibeniku

Odjel menadžmenta

Specijalistički diplomski stručni studij Menadžment

**PRIMJENA KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA I NJIHOV UTJECAJ NA
PRIRODNE EKOSUSTAVE I SIGURNOST HRANE**

IVANA MIHALJEVIĆ

ivana.mihaljevic95@gmail.com

U radu se prikazuje utjecaj primjene konvencionalnih insekticida na prirodne ekosustave i sigurnost hrane. Cilj rada je utvrditi koje su vrste i značajke konvencionalnih insekticida te na koji način se odražavaju na kvalitetu tla, zraka i vode kao i na zdravstvenu ispravnost i sigurnost hrane koju konzumira čovjek. Na primjeru uzgoja jagoda su prikazane dozvoljene vrste insekticida u Republici Hrvatskoj te način i učinci njihove primjene. Uslijed negativnih utjecaja konvencionalnih insekticida na prirodne ekosustave, nužno je regulirati i ograničiti njihovu primjenu te inzistirati na razvoju insekticida koji su u skladu s načelima održivog razvoja.

(43 stranice / 16 slika / 10 tablica / 42 literaturna navoda / jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: pesticidi, insekticidi, konvencionalna poljoprivreda, ekosustavi, sigurnost hrane

Rad je pohranjen u: Knjižnici Veleučilišta u Šibeniku

Mentor: mr.sc. Tanja Radić Lakoš, v.pred.

Rad je prihvaćen za obranu:

BASIC DOCUMENTATION CARD

Final paper

Polytechnic of Šibenik

Department of Management

Professional Graduate Studies of Management

APPLICATION OF CONVENTIONAL INSECTICIDES AND THEIR IMPACT ON THE NATURAL ECOSYSTEMS AND FOOD SAFETY

IVANA MIHALJEVIĆ

ivana.mihaljevic95@gmail.com

The paper presents the impact of conventional insecticides on natural ecosystems and food safety. The aim of this paper is to identify the types and characteristics of conventional insecticides and to identify how they reflect on the quality of soil, air and water as well as the public health and safety of food consumed by humans. Permitted types of insecticides in the Republic of Croatia are presented on the example of strawberry cultivation. Due to the negative effects of conventional insecticides on natural ecosystems, it is necessary to regulate and limit their application and to insist on the development of insecticides that are in accordance with the principles of sustainable development.

(43 pages / 16 figures / 10 tables / 42 references / original in Croatian language)

Keywords: pesticides, insecticides, conventional agriculture, ecosystem, food safety

Paper deposited in: Library of Polytechnic of Šibenik

Supervisor: Tanja Radić Lakoš, MSc, s.lec.

Paper accepted:

1. UVOD

Insekticidi imaju značajnu ulogu u osiguranju prinosa u poljoprivrednoj proizvodnji. Konvencionalni insekticidi razvili su se usporedno s razvojem industrijske poljoprivrede, a uslijed negativnih učinaka po okoliš te zdravlje i sigurnost čovjeka sve se više ograničava uporaba konvencionalnih insekticida te se razvijaju insekticidi čija je uporaba prihvatljiva u organskoj proizvodnji. Najznačajnije negativne posljedice po kvalitetu vode, tla i zraka nastaje uslijed nepravilne primjene konvencionalnih insekticida, a postoje i potencijali ugrožavanja zdravlja ljudi uslijed nekritičke uporabe konvencionalnih insekticida. Stoga je vrlo važno praktično poznavanje pravila primjene konvencionalnih insekticida. Cilj istraživanja je utvrditi koje vrste konvencionalnih insekticida postoje te kako njihova primjena utječe na ekosustave i sigurnost hrane.

Rad je podijeljen na ukupno pet cjelina. U prvoj cjelini se definira pojam, uloga i značajke pesticida. Naglasak je na podjeli insekticida na različite skupine prema stupnju toksičnosti.

Druga cjelina prikazuje vrste pojedinih konvencionalnih insekticida koji se mogu podijeliti na organofosforne insekticide, karbamate, piretroide, neonikotinoide, diamide, biotehničke, biološke i biljne insekticide koji se razvijaju kao alternativa uporabi konvencionalnih insekticida.

U trećoj cjelini detaljno je prikazana klasifikacija konvencionalnih insekticida iz skupine organofosfatnih insekticida, karbamata i piretroida. Kriterij je podjela konvencionalnih insekticida prema aktivnim tvarima te su navedene vrste konvencionalnih insekticida koje su registrirane za uporabu u Republici Hrvatskoj.

Utjecaj konvencionalnih insekticida na prirodne ekosustave i sigurnost hrane prikazan je u petoj cjelini rada.

Šesta cjelina prikazuje primjenu insekticida u uzgoju jagoda koji se primjenjuju s ciljem suzbijanja najznačajnijih štetnika jagode, a to su koprivina grinja, malinin cvjetar, jagodina grinja i jagodina lisna uš.

2. PESTICIDI

Pesticidi su naziv za sredstva koja se primjenjuju s ciljem suzbijanja štetnika u poljoprivredi. Sukladno čl. 3. st. 13. Zakona o održivoj uporabi pesticida, pesticid predstavlja „a) sredstvo za zaštitu bilja, kako je definirano u Uredbi (EZ) br. 1107/2009 Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o stavljanju sredstava za zaštitu bilja na tržište, b) biocidni proizvod, kako je definirano u Uredbi (EU) br. 528/2012 Europskog parlamenta i Vijeća od 22. svibnja 2012. o stavljanju na raspolaganje na tržištu i uporabi biocidnih proizvoda.“¹ Sredstva za zaštitu bilja predstavljaju sredstva koja se isporučuju krajnjim korisnicima, a sadrže aktivne i dodatne tvari te se primjenjuju s ciljem zaštite bilja od štetnika i zaštitom životnih procesa bilja kao i s ciljem sprječavanja rasta neželjenog bilja. Biocidni pripravci su pripravci koji uništavaju ili drže pod kontrolom štetne organizme po nesmetan proces rasta i razvoja biljke. Zbog biocidnog djelovanja, pesticidi se ubrajaju u skupinu otrova, pri čemu se razlikuju tri razine toksičnosti pesticida:

- I – u prvu skupinu spadaju vrlo toksični pesticidi koje je potrebno deklarirati nazivom „vrlo jak otrov“ uz kojeg se postavlja znak mrtvačke glave. Navedena skupina pesticida namijenjena je za profesionalnu uporabu,
- II – u drugu skupinu spadaju pesticidi s oznakom „otrov“ na kojima se nalazi simbol mrtvačke glave, a njihova prodaja je omogućena uz evidentiranje kupaca,
- III – u treću skupinu spadaju slabiji otrovi koji se označavaju kao štetni po zdravlje ili nadražujući, a na njih se postavlja znak Andrijinog križa.²

Pesticidi su biocidni pripravci namijenjeni uništavanju štetnika, a s obzirom na vrstu štetnih organizama za koje se primjenjuju, mogu se razlikovati insekticidi kojima se suzbijaju kukci, akaricidi kao sredstva za suzbijanje grijanja, nematocidi namijenjeni suzbijanju nematoda, rodenticidi ili biocidni pripravci za glodavce, fungicidi za suzbijanje gljiva i plijesni te herbicidi kojima se uništavaju korovi.³

Pesticid koji se sastoji od djelatne tvari te nosača ili otapala može se plasirati na tržište pod različitim trgovačkim nazivima i u različitim formulacijama koje je potrebno jasno istaknuti uz trgovačko ime proizvoda. Oblik u kojem se pesticid plasira na tržište ujedno uvjetuje i

¹ Zakon o održivoj uporabi pesticida, NN (14/14, 115/18)

² Fabijanić, K. (2010). Zaštita zdravlja i sigurnost članova poljoprivrednih kućanstava. *Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*, 52(4), 367-379.

³ Novaković, V. i sur. (2015). *Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja*. Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb, str. 76.

način pripreme i primjene sredstva. Najpoznatije formulacije pesticida su emulzije (EC), granule (G), WP ili suspenzije koje se miješaju s vodom te prašci (P).⁴

U drugoj polovici 20. stoljeća počela se intenzivno razvijati kemijska industrija usmjerena na proizvodnju pesticida te u današnjoj poljoprivredi i vrtlarstvu dominira upravo uporaba kemijskih pesticida. Uslijed značajne toksičnosti i eko-toksičnosti pojedinih pesticida, nameće se potreba za racionalnijom i odgovornijom uporabom pesticida s ciljem očuvanja okoliša, bio- raznolikosti te zdravlja ekosustava u cjelini, što se posljedično odražava i na zaštitu zdravlja čovjeka putem osiguranja zdravstvene ispravnosti poljoprivrednih proizvoda koje konzumira.

Suvremene tendencije u poljoprivrednoj proizvodnji okreću se ka integriranom pristupu zaštiti bilja u kojoj se minimizira uporaba kemijskih supstanci u osiguranju bilja od štetnika. „Integrirana zaštita bilja (IZB) od štetnika pretpostavlja da se prije provođenja kemijskih mjera suzbijanja primjenjuju sve raspoložive mogućnosti za sprječavanje porasta brojnosti štetnika iznad pragova odluke. IZB od štetnika podrazumijeva ponajprije primjenu nepesticidnih mjera, plodoreda, otpornih sorata, ostalih agrotehničkih mjera, te mehaničku, fizikalnu i biološku zaštitu od štetnika.“⁵ Da bi se smanjili rizici po ekosustave, prilikom donošenja odluka o uporabi pesticida je potrebno slijediti načela dobre poljoprivredne prakse. Rukovanje pesticidima je nužno provoditi strogo slijedeći upute proizvođača navedene na etiketi proizvoda. Na uputama su propisane količine pesticida koje je potrebno primijeniti, vrijeme primjene i ograničenja u primjeni određene vrste pesticida. Jednako je važno osigurati adekvatno skladištenje i zbrinjavanje ambalaže pesticida te koristiti adekvatnu opremu i osobna zaštitna sredstva prilikom rukovanja pesticidima.

⁴ Gašić, S., Brkić, D., Radivojević, L., Tomašević, A. (2012). Development of water based pesticide system. *Pesticidi i fitomedicina*, 27(1), 77-81.

⁵ Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2014). Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. *Glasilo biljne zaštite*, 14(5), 357-390.

3. POJAM I VRSTE INSEKTICIDA

Insekticidi su sredstva za zaštitu bilja koja spadaju u skupinu zoocida. Namjena insekticida je suzbijanje štetnih kukaca kako bi se spriječilo njihovo hranjenje biljkom tijekom procesa uzgoja. Insekticidi imaju različite mehanizme djelovanja te se osobito razlikuju s obzirom na način prodiranja u organizam štetnih kupaca, mehanizam djelovanja kao i s obzirom na stadij u životnom ciklusu kukca u kojem su djelotvorni.

Mehanizmi prodiranja insekticida u organizam kukca se značajno razlikuju te se dijele na kontaktne insekticide, želučane insekticide, kontaktno-želučane insekticide, regulatore rasta i razvoja, inhalacijske insekticide i repelente. Želučani i kontaktno-želučani insekticidi prodiru u organizam kukca putem probavnog sustava, inhalacijski insekticidi prodiru putem dišnog sustava, a regulatori rasta i razvoja utječu na hormonski sustav kukca. Funkcija repelenata je odbijanje štetnih kukaca od biljaka u uzgoju.⁶

Mehanizmi djelovanja insekticida mogu biti sistemski i nesistemski. Biljka preko lista upija sistemske insekticide ili sistemike te se oni zadržavaju i šire kroz biljku putem provodnog sustava, dok skupina nesistemika ne prodiere u biljku, već se zadržava na njezinoj površini i tako vrši funkciju odbijanja štetnih kukaca.⁷

S obzirom na stadij životnog ciklusa u kojem su djelotvorni, insekticidi se mogu podijeliti na ovicide, larvacide i adultocide, pri čemu ovicidi djeluju na štetne kukce u fazi jajašca, larvacidi ubijaju larve štetnih kukaca, dok adultocidi uništavaju štetne kukce u odrasloj fazi životnog ciklusa.⁸

Pravila o korištenju insekticida kao sredstava za zaštitu bilja propisana su Zakonom o održivoj uporabi pesticida (NN 14/14, 115/18) te Pravilnikom o izmjenama i dopunama Pravilnika o postupku registracije sredstava za zaštitu bilja (NN 119/2009). Proizvođači koji su registrirali insekticide kao skupinu sredstava za zaštitu bilja dužni su plasirati proizvode u originalnim pakiranjima na kojima se obvezno naznačuje naziv insekticida i djelatna tvar kao i kratica djelatne formulacije. Proizvođač je ujedno dužan na originalnom pakiranju naznačiti ispravan način uporabe insekticida.

⁶ Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014). *Insekticidi u zaštiti bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, str. 24.

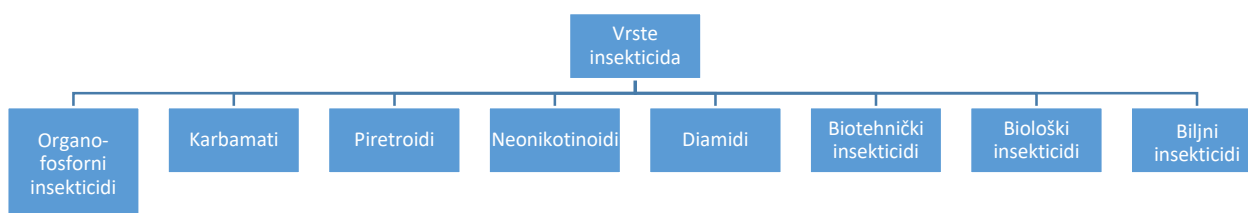
⁷ Ibid, str. 25.

⁸ Ibid, str. 26.

Prilikom donošenja odluke o korištenju insekticida, ključan je kriterij ekonomskog praga štetnosti. „U većini slučajeva gubitci prinosa uzrokovani napadom štetnika izravno su proporcionalni s gustoćom populacije štetnika. Velike gustoće populacija štetnika povećavaju stupanj oštećenja na usjevu i potreba za suzbijanjem je neizbježna.“⁹ Odluka o primjeni insekticida donosi se na temelju omjera štete koju uzrokuju insekti iskazane u novčanim jedinicama i troškova suzbijanja štetnika insekticidima. Sve dok je ekonomska šteta nastala pod utjecajem insekata niža ili jednaka troškovima uporabe insekticida, preporučljivo je ne koristiti insekticide. Međutim, ukoliko se procjeni da je šteta koju uzrokuju insekti viša od troškova njihova suzbijanja, svakako je potrebno primijeniti insekticide s ciljem zaštite bilja.

Uslijed potencijalnih negativnih učinaka insekticida na ljudsko zdravlje i okoliš, nužno je poznavanje pravila vezanih uz primjenu sredstava za zaštitu bilja. Prije svega je važno koristiti zaštitnu odjeću kako bi se izbjegao negativan utjecaj primjene insekticida na čovjeka te se pravilnom uporabom ujedno izbjegavaju štetni učinci po okoliš i pčele kao kukaca koji su prisutni u sve manjem broju. Način skladištenja je važan aspekt pravilne primjene insekticida kao sredstava za zaštitu bilja. Insekticide je važno skladištiti van dohvata djece i odvojeno od hrane za ljude i životinje. Nakon što je insekticid iskorišten, nužno je osigurati pravilno zbrinjavanje ambalaže. Vrste insekticida prikazane su na slici 1.

Slika 1. Vrste insekticida



Izvor: obrada autora prema Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014). *Insekticidi u zaštiti bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

⁹ Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. op.cit., 357-390.

3.1. Organofosforni insekticidi

Organofosforni insekticidi su sredstva za zaštitu bilja u kojima je osnovna djelatna tvar derivat fosfatne, fosfonske ili fosfinske kiseline. Organofosforni spojevi se prvenstveno koriste kao sredstva za zaštitu bilja, no u nekim slučajevima se koriste u proizvodnji lijekova ili čak bojnih otrova s utjecajem na središnji živčani sustav. Navedeni spojevi imaju insekticidnu funkciju jer blokiraju djelovanje ključnog enzima koji ima funkciju prijenosa živčanih impulsa, a to je enzim acetilkolinesteraza. Iako je uporaba organofosfornih insekticida značajno smanjena zahvaljujući razvoju karbamata i sintetičkih piretroida, na području Republike Hrvatske je još uvijek dozvoljena uporaba nekoliko vrsta organofosfornih insekticida.¹⁰

S obzirom na funkciju inhibicije djelovanja enzima acetilkolinesteraze, organofosforni insekticidi djeluju izravno na živčani sustav insekata. Značajan nedostatak u uporabi navedenih spojeva s ciljem zaštite bilja je u visokoj razini toksičnosti. Organofosforni spojevi mogu uzrokovati akutna trovanja kod ljudi i životinja jer mogu doprijeti u organizam preko dišnog sustava ili putem kože. To je razlog značajnog smanjenja dopuštenih organofosfornih insekticida, od kojih se u Hrvatskoj koriste još samo klorpirifos, dimetoat i fosmet.¹¹ „Životinje se najčešće otuju nakon primjene insekticida u zaštiti bilja, pri higijenskoj dezinfekciji stočnih nastambi, zbog nestručne primjene antiparazitika ili slučajno primiješanih pripravaka u hranu. Mogući su i slučajevi sekundarnih trovanja ingestijom većih količina otrovanih kukaca ili ptica.“¹²

Zbog visoke toksičnosti i potencijalnih negativnih učinaka na ekosustav, realno je očekivati trend daljnjeg smanjenja uporabe organofosfornih spojeva kao insekticida, posebice ako se uzme u obzir da je danas poljoprivrednicima na raspolaganju velik broj alternativnih spojeva s insekticidnom funkcijom.

¹⁰ Bosak, A. (2006). Organofosforni spojevi: klasifikacija i reakcije s enzimima. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 57(4), 445-457.

¹¹ Cvjetković, B., Bažok, R., Barić, K., Ostojić, Z. (2016). Glasilo biljne zaštite, pregled sredstava za zaštitu bilja za 2016. godinu. Hrvatsko društvo biljne zaštite, Zagreb, str. 21.

¹² Levak, S., Prevendar Crnić, A. (2012). Otrovanje organofosfornim spojevima i karbamatima. *Veterinar*, 50(1), 22-31.

3.2. Karbamati

Karbamati su soli ili esteri karbamatske kiseline.¹³ Karbamati su sintetički spojevi, a prirodna aktivna tvar se sintetizira iz mahunarke *Physostigma venenosum* Balf.¹⁴ Karbamati su se prvotno počeli primjenjivati 1950.-ih godina u poljoprivredi, vrtovima i kućanstvima te djeluju na središnji i parasimpatički živčani sustav jer inhibiraju enzim acetilkolinesterazu i djeluju na akumulaciju acetilkolina koji ima funkciju neuroprijenosnika. Insekticid izravno djeluje na prijenos živčanih impulsa u organizmu insekta.

Najrašireniji insekticid iz skupine karbamata je karbofuran, bijeli kristalni spoj bez mirisa sa svojstvom slabe topljivosti u vodi. Na tržištu je dostupan pod različitim trgovačkim nazivima u obliku granula ili tekućih formulacija. Najčešće se koristi kao insekticid za nasade kukuruza, uljane repice, soje, riže, banana, gljiva i povrća. Karbofuran ima svojstvo perzistentnosti u tlu u razdoblju od 30-120 dana, a njegova razgradnja je brža u alkalnim u odnosu na kisela tla. Na brzinu razgradnje karbofurana značajan utjecaj ima i sunčeva svjetlost.¹⁵ Karbofuran je neurotoksični spoj koji može kontaminirati podzemne vode te na taj način utjecati na stabilnost i zdravstvenu ispravnost ekosustava. Navedena činjenica utječe na trend smanjenja uporabe karbofurana kao insekticida u poljoprivrednoj proizvodnji i vrtlarstvu.

Prilikom primjene karbamata je nužno pridržavanje uputa za uporabu i dužnih mjera opreza u smislu korištenja osobnih zaštitnih sredstava, pravilnog skladištenja i odlaganja ambalaže. Nepravilna primjena ili neoprez prilikom rukovanja s karbamatima može rezultirati trovanjem. Najčešći simptomi trovanja karbamatima su drhtanje i tremor mišića, povećano znojenje, suzenje ili izlučivanje sline. S obzirom da simptomi trovanja nastupaju vrlo naglo, nužno je hitno potražiti medicinsku pomoć. Danas se iz skupine karbamata koriste samo oksamil koji je namijenjen isključivo za profesionalnu uporabu kao i pirimikarb koji se koristi u suzbijanju lisnih ušiju.¹⁶

¹³ Karbamati. <http://struna.ihjj.hr/naziv/karbamati/2459/> (02.2019.)

¹⁴ Plimmer, J.R. (2003). *Insecticidal carbamates*. Encyclopedia of Agrochemicals, str. 89.

¹⁵ Ibid, str. 92.

¹⁶ Cvjetković, B., Bažok, R., Barić, K., Ostojić, Z. (2016). Glasilo biljne zaštite, pregled sredstava za zaštitu bilja za 2016. godinu. Hrvatsko društvo biljne zaštite, Zagreb, str. 22.

3.3. Piretroidi

Piretroidi predstavljaju sintetske spojeve koji su djelovanjem i strukturom slični piretrinu, prirodnom insekticidu. Prva primjena piretroida zabilježena je tijekom 1970.-ih godina. Razlike sintetičkih spojeva u odnosu na prirodni piretrin ogledaju se u stupnju otrovnosti prema određenim skupinama insekata. Radi se o stabilnim spojevima koji imaju vrlo raširenu primjenu u poljoprivrednoj proizvodnji. Važna značajka i prednost piretroida u odnosu na organofosforne insekticide i karbamate je značajno viši stupanj ekološke prihvatljivosti. Uz visoku ekološku prihvatljivost, piretroidi imaju i svojstvo selektivnog utjecaja na pojedine vrste štetnika. Piretroidi su skupina lipofilnih insekticida sa svojstvima brze razgradnje u okolišu, a na razgradnju utječu biološki procesi i sunčeva svjetlost. Uslijed djelovanja sunčeve svjetlosti u sintetičkim piretroidima dolazi do pucanja esterskih veza i izomerizacije te se rezidualni spojevi vezuju uz čestice tla gdje su podložni daljnjoj razgradnji. Rezidue nepolarnih objekata nemaju svojstvo akumulacije te stoga ne kontaminiraju okoliš.¹⁷

Piretrin i piretroidi djeluju na živčani sustav, a imaju i alergogeni učinak. „Ciljno tkivo za toksično djelovanje piretrina i piretroida je živčani sustav jer pobuđuju natrijeve kanale aksona neurona te dovode do njihove povećane podražljivosti. Drugi važan učinak je alergogeno djelovanje, koje je izraženije pri izlaganju piretrinima nego sintetskim piretroidima.“¹⁸ Piretroidi su insekticidi koji imaju vrlo široku uporabu pa su čest sastojak šampona za životinje, sprejeva i tekućina protiv komaraca te brojnih pripravaka protiv nametnika. Međutim, problem je što kukci vrlo brzo razvijaju otpornost na uporabu piretroida. Upravo svojstvo brzog razvijanja otpornosti zahtijeva da se piretroidi kombiniraju s drugim insekticidima s ciljem povećanja učinkovitosti.¹⁹

¹⁷ Juran, I., Gotlin Čuljak, T., Bažok, R. (2005). Sintetski piretroidi. *Glasilo biljne zaštite*, 12(3), 196-210.

¹⁸ Macan, J. (2006). Zdravstveni učinci piretrina i piretroida. *Arh.Hig. Rada Toksikologija*, 57(2), 237-243.

¹⁹ Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014). *Insekticidi u zaštiti bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, str. 38.

3.4. Neonikotinoidi

Neonikotinoidi su novija skupina insekticida koja je strukturno slična nikotinu, prema kojem je i dobila naziv. Navedena se skupina insekticida počela razvijati kao odgovor na sve veću pojavu otpornosti štetnika na ranije generacije insekticida. Selektivnost djelovanja neonikotinoida smatra se njihovom najvećom prednošću; ovi insekticidi imaju vrlo visoku učinkovitost u suzbijanju štetnika, ali i nisku toksičnost po ljude i životinje. Niska postojanost u tlu također je važna značajka ove novije skupine insekticida. Neonikotinoidi mogu imati kontaktno, želučano i sistemsko djelovanje te su osobito pogodni pri suzbijanju štetnika u tlu koji imaju usni ustroj za sisanje. Također su korisni za eliminaciju grinja i nematoda. Prilikom razmatranja uporabe neonikotinida je važno imati na umu da se radi o insekticidima s potencijalnim insekticidnim učinkom na pčele i ostale oprašivače biljaka. Tako se postupan nestanak pčela na području SAD-a povezuje s međunarodnom korporacijom Monsanto, specijaliziranom u području poljoprivrede i biotehnologije. Monsanto je međunarodna korporacija koja koristi neonikotinoide prilikom zaštite sjemena soje, suncokreta i kukuruza, a ovaj insekticid uzrokuje smetnje u normalnom funkcioniranju živčanog sustava pčela i drugih oprašivača.²⁰

Zbog potencijalnog negativnog utjecaja na pčele i druge oprašivače, Europska komisija je dala preporuku za ograničenje uporabe neonikotinoida u cijeloj Europskoj uniji. 2013. godine kada je ova preporuka donesena, 15 od tada 27 država članica EU-a glasovalo je za ograničavanje korištenja tri neonikotinoida tijekom dvije godine. Osam zemalja glasovalo je protiv zabrane, dok su se četiri suzdržale. Zakon ograničava uporabu imidakloprida, klotianidina i tiametoksama za tretiranje sjemena, primjenu granula i tretiranje lišća u usjevima atraktivnim za pčele. Privremene suspenzije prethodno su donesene u Francuskoj, Njemačkoj i Italiji. U Švicarskoj, gdje se neonikotinoidi nikada nisu koristili u alpskim područjima, ovi insekticidi su zabranjeni zbog potencijalnih slučajnih otrovanja pčelinjih populacija i rizika za druge korisne insekte. Uslijed rizika primjene neonikotinoida za pčele, preporuka Europske unije je da je navedenu skupinu insekticida sigurno koristiti samo u stakleničkoj poljoprivrednoj proizvodnji.²¹

²⁰ Kovačić, S. (2014). Zašto nestaju pčele. *Godišnjak Ogranka Matice Hrvatske*, 11, 94-105.

²¹ Auteri, D. (2017). Neonicotinoids and bees: The case of the European regulatory risk assessment. *Science of the Total Environment*, 579: 966-971.

3.5. Diamidi

Insekticidi iz skupine diamidi također su nova skupina insekticida, a najzastupljenije tvari iz skupine diamida su klorantranilipron, ciantranilipron te flubendiamid. Diamidi djeluju na način na uzrokuju gubitak iona kalcija u mišićnom tkivu. Uslijed gubitka kalcija u mišićnom tkivu dolazi do paralize te posljedično do smrti.²²

Diamidi predstavljaju klasa insekticida sa specifičnom i ciljanom aktivnošću te sa vrlo visokim stupnjem učinkovitosti. Vrlo važna svojstva diamida odnose se na kontrolu širokog spektra štetnika i povoljan toksikološki profil. Ključnu ulogu u razvoju insekticida iz skupine diamidi imaju međunarodne tvrtke Bayer, DuPont i Syngenta. Suradnja među tvrtkama je ključna za sprečavanje pojave otpornosti insekata na diamide. Poljoprivrednici brzo prihvaćaju diamide kao novu selektivnu, ciljanu i vrlo učinkovitu vrstu insekticida.²³

3.6. Biotehnički insekticidi

Biotehnički insekticidi imaju potpuno drugačiji mehanizam djelovanja u odnosu na prethodno opisane skupine insekticida. Primjena biotehničkih insekticida ne ubija štetnike, već nepovoljno utječe na njihov razvoj i prehranu. Najznačajniju skupinu biotehničkih insekticida predstavljaju regulatori rasta i razvoja. Primjenom navedenih supstanci se ometa normalan procesa razvoja hitina te se uzrokuju devijacije u normalnom procesu presvlačenja ličinki kukaca. Kroz regulaciju procesa rasta i razvoja, štetnike se sprječava u konzumaciji biljke koja se uzgaja. Iako biotehnički insekticidi ne uzrokuju štete po odrasle pčele i ostale kukce oprašivače, postoji opasnost od deformacija u rastu i razvoju pčela ukoliko biotehnički insekticidi dođu u kontakt s leglom pčela.

Regulatori rasta su treća generacija insekticida sa značajnim utjecajem na endokrinološki sustav kukca. Uslijed činjenice da ometaju normalan hormonalni razvoj, spriječena je metamorfoza kukaca. Inhibitori sinteze hitina djeluju na velik broj rodova kukaca, a mlađa jaja su znatno osjetljivija na inhibitore sinteze hitina u odnosu na starija. Inhibitori sinteze

²² Cvjetković, B., Bažok, R., Barić, K., Ostojić, Z. (2016). Glasilo biljne zaštite, pregled sredstava za zaštitu bilja za 2016. godinu. Hrvatsko društvo biljne zaštite, Zagreb, str. 28.

²³ Teixeira, L. A., Andalaro, J. T. (2013). Diamide insecticides: Global efforts to address insect resistance stewardship challenges. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 106(3), 76-78.

hitina mogu djelovati na način da se embrij u potpunosti razvije, ali ugiba prije nego se izlegne iz jajašca, zatim može doći do nepravilnosti u procesu izlijevanja ili do uginuća larve prilikom eklozije iz jajašca jer se larva ne oslobađa dijelova jajeta u potpunosti, već samo djelomično.²⁴ Kada se larve tretiraju biotehničkim insekticidima ne dolazi do poremećaja u razvoju, sve dok ne nastupi faza presvlačenja. Presvlačenje može biti spriječeno u potpunosti što uzrokuje ugibanje insekta ili može otpočeti, ali se u određenom trenutku prekida te će insekt uginuti uslijed dehidracije i nemogućnosti daljnje prehrane.

3.7. Biološki insekticidi

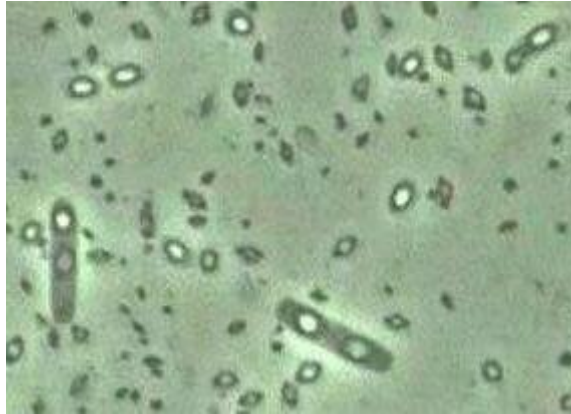
Biološki insekticidi ili bioinsekticidi su različite vrste mikroorganizama u koje se ubrajaju bakterije, gljive i protozoe, koje ulaze u probavni trakt insekta gdje imaju toksično djelovanje. Osim mikrobioloških insekticida, mogu se koristiti i naturaliti ili derivati mikroorganizama s ciljem postizanja toksičnog učinka na štetnike.

Bakterija *Bacillus thuringiensis* vrlo se često koristi kao mikrobiološki insekticid. Proteini navedene bakterije ili toksični kristali imaju insekticidna svojstva za velik broj štetnika. Toksini bakterije *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) postaju toksični isključivo ukoliko se u organizam štetnika unesu digestivnim putem jer djeluju tako da uništavaju srednje crijevo koje perforira i njegov se sadržaj izlijeva u tjelesnu šupljinu što dovodi do ugibanja insekta. Djelovanje toksina bakterije je učinkovitije kod mlađih u odnosu na starije larve. Poželjno svojstvo opisane bakterije proizlazi iz činjenice da nije toksična po sisavce, a time ni po čovjeka. Jednako tako, biološki insekticidi nemaju nepovoljan učinak na pčele i druge oprašivače biljaka. Značajno ograničenje u primjeni *Bt* bakterije proizlazi iz činjenice da njezini toksini brzo degradiraju pod utjecajem izloženosti Sunčevoj svjetlosti.²⁵ Na slici 1 prikazana je bakterija *Bacillus thuringiensis*.

²⁴ Lazić, S. (2015). *Insekticidi u zaštiti bilja*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, str. 14.

²⁵ Ibid, str. 15.

Slika 2. Bakterija *Bacillus Thuringhiensis*



Izvor: The Microbial World. <http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/microbes/bt.htm> (02.03.2019.)

Gljiva koja ima osobito značajnu ulogu kao biološki insekticid je *Bauveria Basiana*. To je gljiva čije spore imaju svojstvo prodiranja u tijelo brojnih vrsta štetnika. *Beauveria bassiana* prirodno raste u tlima diljem svijeta i parazit je na različitim vrstama člankonožaca te pripada entomopatogenim gljivama. Koristi se kao biološki insekticid za suzbijanje brojnih štetočina kao što su termiti, tripsi ili lisne uši (slika 3).

Slika 3. Gljiva *Bauveria Bassiana* na krumpirovoj zlatici



Izvor: Colorado Potato Beetle Biology and Management. <http://www.potato beetle.org/overview.html> (04.03.2019.)

Virusi koji se primjenjuju u funkciji suzbijanja štetnika na biljkama spadaju u porodice *Baculoviridae* (nukleopoliedični virusi) te u skupine granulovirusa. Navedene porodice virusa imaju smrtnu ishode za pojedine vrste štetnika. Nukleopoliedični virusi koriste se s ciljem suzbijanja hrastovog gubara, dudovca i kupusne sovice iz porodice leptira, a granulovirusi se koriste primarno za suzbijanje štetnika jabukova savijača.²⁶

3.8. Biljni insekticidi

Same biljke često razvijaju obrambene mehanizme u borbi protiv štetnika. „Sa znanstvenog stajališta, biljke predstavljaju ogroman rezervoar supstancija s insekticidnim, akaricidnim, nematocidnim, baktericidnim, herbicidnim, virucidnim i rodenticidnim djelovanjem. Brojni laboratoriji u cijelom svijetu istražuju pesticidne sposobnosti ekstrakata dobivenih iz tisuća raznih biljnih vrsta.“²⁷ Ekstrakcijom djelatnih tvari iz pojedinih vrsta biljaka dobivaju se biljni insekticidi.

U kontroli i suzbijanju štetnika se primarno koriste ekstrakti biljaka neem i piretin. Biljni insekticidi za razliku od konvencionalnih insekticida imaju vrlo visoku razinu ekološke i toksikološke prihvatljivosti. Primjena biljnih insekticida sve je šira uslijed brze razgradnje i djelovanja, selektivnosti i minimalnog utjecaja na samu biljku. Visoka cijena i nedostatni podaci o djelotvornosti u dugom roku temeljni su čimbenici koji ograničavaju širu primjenu biljnih insekticida.

²⁶ Lazić, S. op.cit., str. 15.

²⁷ Korunić, Z., Rozman, V. (2012). Biljni insekticidi. In *Zbornik radova seminara DDD i ZUPP–24. znanstveno–stručno–edukativni seminar. Split*, str. 269-280.

4. PODJELA KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA REGISTRIRANIH U REPUBLICI HRVATSKOJ PREMA AKTIVNIM TVARIMA

U skupinu konvencionalnih insekticida ubrajaju se organofosforni insekticidi, karbamati i piretroidi.²⁸ U ovom poglavlju će se prikazati koje vrste konvencionalnih organofosfatnih insekticida, karbamata i piretroida se koriste u Republici Hrvatskoj s obzirom na vrstu aktivnih tvari.

4.1. Podjela organofosfornih insekticida prema aktivnim tvarima

Organofosforni insekticidi se prema aktivnim tvarima mogu podijeliti na pirimifos metil, dimetoat, klorpirifos i klorpirifos metil. Pirimifos metil ima brzo fumigantno djelovanje te je prikladan za korištenje u slučaju pojave tripsa, voćne mušice te lisnih ušiju, a djeluje i na grinje te štetočine u skladišnim prostorima. Ovom insekticidu je na području Republike Hrvatske istekla registracija te je krajnji rok za prodaju zaliha bio 01.01.2015. godine.²⁹

Dimetoat je organofosforni insekticid koji ima sistemsko i kontaktno djelovanje te je prikladan za suzbijanje štetnika koji sišu i grizu, a povoljno djeluju i na uništavanje grinja. Navedena tvar se ne smije primjenjivati u vrijeme cvatnje biljaka. Za insekticide čija je aktivna tvar dimetorat se zahtjeva provedba daljnjih studija kako bi se procijenio rizik po sisavce, ptice i člankonošce koji nisu uključeni obuhvaćeni ciljnom skupinom. Također je nužna provedba daljnjih ispitivanja u pogledu prisutnosti metabolita u poljoprivrednim kulturama. U tablici 1 su prikazani trgovački nazivi insekticida čija je aktivna tvar dimetoat, a čija je uporaba dozvoljena u Republici Hrvatskoj.

²⁸ Liška, A. (2009). Noviji insekticidi i tehnologije u zaštiti uskladištenih proizvoda. *Zbornik radova seminara DDD i ZUPP slijedimo li svjetski razvoj*. Zagreb: Korunić doo, 25(27), 301-313

²⁹ Pirimifos metil. <https://www.agroklub.com/zastitna-sredstva/proizvodi/pirimifos-metil-50-ec-729/> (04.03.2019.)

Tablica 1. Organofosforni insekticidi s aktivnom tvari dimetoat registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
104	CALINOGOR	UP/I-320-20/06-01/185	SHARDA Worldwide Exports Private Limited	-
488	PERFEKTHION	UP/I-320-20/96-01/238	BASF SE	-
584	ROGOR 40	UP/I-320-20/92-01/406	FMC International Switzerland Sarl	-
720	CHROMOGOR	UP/I-320-20/03-01/180	SHARDA Worldwide Exports Private Limited	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

U Hrvatskoj je trenutno registrirano ukupno četiri insekticida čija je aktivna tvar dimetoat.

Klorpirifos predstavlja nesistemički insekticid koji se najčešće upotrebljava na lišću agruma te vinove loze. Razgradnja ovog insekticida traje dugo i odvija se pod utjecajem sunčeve svjetlosti te temperature. Na brzinu razgradnje značajno utječe i pH vrijednost tla. Insekticid ima negativno djelovanje na ptičji svijet, a može imati i neurotoksične učinke na organizam čovjeka. Ukupno 9 insekticida u Hrvatskoj u svojem sastavu sadrži klorpirifos, a jednom je odobrenje isteklo te mu je uveden krajnji rok za prodaju zaliha do 01. rujna 2017.³⁰ Klorpirifos metil je organofosfatni insekticid užeg spektra koji ima nižu razinu otrovnosti u odnosu etil-klorpirifos.

U tablici 2 su prikazani trgovački nazivi insekticida čija je aktivna tvar klorpirifos, dok nisu registrirani insekticidi kojima je aktivna tvar klorpirifos metil.

³⁰ Šajina, M. Klorpirifos. <https://nutricionizam.com/klorpirifos/> (04.03.2019.)

Tablica 2. Organofosforni insekticidi s aktivnom tvari klorpirifos registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
222	DURSBAN E-48	UP/I-320-20/97-01/228	Dow AgroSciences Vertriebsgesellschaft m.b.H.	-
463	NUFOS	UP/I-320-20/04-01/68	Cheminova A/S	-
770	KENTAUR 5 G	UP/I-320-20/12-01/106	Cheminova A/S	-
794	NURELLE D	UP/I-320-20/09-01/472	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
795	CHROMOREL-D	UP/I-320-20/09-01/503	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
904	PYRINEX 48 EC	UP/I-320-20/09-01/496	Nufarm GmbH & Co KG	-
925	PYRINEX 250 CS	UP/I-320-20/09-01/495	ADAMA Makhteshim Ltd.	-
1035	RELDAN 22 EC	UP/I-320-20/14-01/317	Dow AgroSciences Vertriebsgesellschaft m.b.H.	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

U Hrvatskoj je trenutno registrirano ukupno osam organofosfornih insekticida čija je aktivna tvar klorpirifos.

4.2. Podjela karbamata prema aktivnim tvarima

Najznačajnije aktivne tvari u skupini insekticida pod nazivom karbamati su metiokarb i pirimikarb. Metiokarb spada u skupinu ditiokarbamata koji se mogu koristiti za tretiranje sjemena i/ili tla, suzbijanje puževa ili kao repelenti za ptice. Sjeme i/ili tlo se može tretirati metiokarbom kako bi se provela zaštita od žičnjaka, ali i ptica zbog repelentnog djelovanja. Pripravak se koristi s ciljem suzbijanja puževa na način da se zatrovani mamci rasipaju uz biljke po tlu. U tablici 3 je prikazan popis registriranih karbamata s aktivnom tvari metiokarb.

Tablica 3. Karbamati s aktivnom tvari metiokarb registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
423	MESUROL FS 500	UP/I-320-20/06-01/121	BAYER AG	-
424	MESUROL GRANULAT	UP/I-320-20/98-01/88	BAYER AG	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.
<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

Mesurol FS 500 i Mesurol granulat tvrtke Bayer AG su jedini pripravci na bazi metiokarba čija je primarna namjena suzbijanje žičnjaka na sjemenu suncokreta i kukuruza te je ujedno repelent za vrane, fazane i druge vrste ptica koje vade sjeme iz tla.

Pirimikarb je vrlo učinkovit u suzbijanju lisnih ušiju, a vrlo važna značajka ovog insekticida je niska razina toksičnosti po pčele i ostale korisne insekte u poljoprivrednoj proizvodnji. Učestalost primjene pirimikarba uvjetovana je pojedinom vrstom poljoprivredne kulture. Jedini insekticid na bazi pirimikarba registriran u Republici Hrvatskoj je Pirimor 50 WG, a vlasnik registracije je Adama Agriculture B.V.³¹ Pirimor djeluje kontaktno i želučano, a dostupan je na tržištu u vidu moćivih granula. Vrlo je učinkovit u suzbijanju svih vrsta lisnih ušiju, a osobito visok stupanj učinkovitosti pokazuje pri suzbijanju štetnika krvave uši.

³¹ Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.
<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

4.3. Podjela piretroida prema aktivnim tvarima

U skupinu insekticida iz skupine piretroidi se ubrajaju pripravci na bazi aktivnih tvari alfa-cipermetrin, cipermetrin, esfenvalerat, deltametrin i teflurin.³²

Alfa-cipermetrin je želučani i kontaktni insekticid iz skupine piretroida koji ima široki spektar djelovanja. Navedena aktivna tvar se koristi s ciljem suzbijanja ličinki i odraslih oblika štetnika te ima dobro početno i dugotrajno djelovanje čak i u vrlo malim koncentracijama te se ubraja u skupinu insekticida s niskom razinom rizika po pčele. U tablici 4 su prikazani piretroidi s aktivnom tvari alfa-cipermetrin registrirani u Republici Hrvatskoj.

Tablica 4. Piretroidi s aktivnom tvari alfa-cipermetrin registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
206	DIREKT	UP/I-320-20/98-01/204	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
247	FASTAC 10 EC	UP/I-320-20/06-01/224	BASF Agro B.V. Arnhem (NL) Freienbach Branch	-
873	STORANET	UP/I-320-20/14-01/687	BASF SE	-
1151	FASTHRIN 15 WG	UP/I-320-20/15-01/423	Sharda Cropchem Limited	-
1153	FASTHRIN 10 EC	UP/I-320-20/15-01/424	Sharda Cropchem Limited	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

U Republici Hrvatskoj je registrirano ukupno pet insekticida na bazi alfa-cipermetrina.

Cipermetrin je sintetski piretroid koji se koristi s ciljem suzbijanja lisnih ušiju, grozdovih moljaca, repičinog sjajnika, štitastog moljca i drugih štetnika. Ograničenje uporabe je na maksimalno dva puta godišnje na istoj površini. Uporaba insekticida na bazi cipermetrina je

³² Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

ograničena iz razloga što se radi o insekticidu s visokim stupnjem rizičnosti po pčele i ostale oprašivače biljaka te s dugotrajnim nepovoljnim utjecajima na vodene ekosustave. U tablici 5 su prikazani pripravci na bazi cipermetrina registrirani u Republici Hrvatskoj.

Tablica 5. Piretroidi s aktivnom tvari cipermetrin registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
206	DIREKT	UP/I-320-20/98-01/204	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
247	FASTAC 10 EC	UP/I-320-20/06-01/224	BASF Agro B.V. Arnhem (NL) Freienbach Branch	-
794	NURELLE D	UP/I-320-20/09-01/472	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
795	CHROMOREL-D	UP/I-320-20/09-01/503	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
809	KOFUMIN 308 EC	UP/I-320-20/12-01/202	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
810	KOFUMIN 77 UL	UP/I-320-20/12-01/229	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
873	STORANET	UP/I-320-20/14-01/687	BASF SE	-
876	CYTHRIN MAX	UP/I-320-20/13-01/207	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
1151	FASTHRIN 15 WG	UP/I-320-20/15-01/423	Sharda Cropchem Limited	-
1153	FASTHRIN 10 EC	UP/I-320-20/15-01/424	Sharda Cropchem Limited	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

U Republici Hrvatskoj je registrirano ukupno 10 insekticida na bazi cipermetrina.

Esfenvalerat je insekticid dugotrajnog i brzog djelovanja koji je vrlo učinkovit u borbi protiv lisnih ušiju, jabučnog savijača, lisne sovice i drugih insekata. Insekticid ima potencijalno toksične učinke po pčele i vodene organizme te se zbog opisanog toksičnog učinka od strane

Europske komisije razmatra kao potencijalna tvar za zamjenu.³³ U tablici 6 su prikazani pripravci na bazi esfenvalerata registrirani u Republici Hrvatskoj.

Tablica 6. Piretroidi na bazi esfenvalerata registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
638	SUMIALFA 5 FL	UP/I-320-20/08-01/150	Sumitomo Chemical Agro Europe S.A.S.	-
918	PLINTO	UP/I-320-20/14-01/163	INDUSTRIAS AFRASA, S.A.	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

U Republici Hrvatskoj je na snazi registracija dvaju insekticida na bazi esfenvalerata.

Deltametrin je želučani i kontaktni insekticid s vrlo širokim spektrom djelovanja s dugim rezidualnim djelovanjem koji je učinkovit i u niskim dozama s nižom dozom toksičnosti po pčele. Može se koristiti preventivno kao sredstvo za dezinsekciju uskladištenih proizvoda pri čemu karenca iznosi 21 dan kao i za zaštitu drveta od termita i strizibuba. Pripravci na bazi deltametrina registrirani u Republici Hrvatskoj prikazani su u tablici 7.

³³ EUR-Lex. Document 32015R2047. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A32015R2047> (05.03.2019.)

Tablica 7. Piretroidi na bazi deltametrina registrirani u Republici Hrvatskoj

ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
175	DECIS 2,5 EC	UP/I-320-20/99-01/202	BAYER AG	-
740	ECO-TRAP	UP/I-320-20/09-01/5	Vioryl Chemical Agricultural Industry, Research S.A.	-
ID	Naziv SZB	Klasa	Vlasnik registracije	Stari naziv sredstva
781	PROTEUS 110 OD	UP/I-320-20/08-01/419	BAYER AG	-
829	POLECI	UP/I-320-20/10-01/68	SHARDA Worldwide Exports Private Limited	-
909	DECIS TRAP - MEDITERANSKA VOĆNA MUHA	UP/I-320-20/14-01/176	BAYER AG	DECIS TRAP
944	K-OBIOL EC 25	UP/I-320-20/09-01/2	Bayer S.A.S.	-
946	DECIS 100 EC	UP/I-320-20/13-01/383	BAYER AG	-
965	POLECI PLUS	UP/I-320-20/12-01/324	Sharda Cropchem Limited	DECA 25 EC
986	SCATTO	UP/I-320-20/14-01/792	Isagro S.p.A.	-
999	ROTOR SUPER	UP/I-320-20/14-01/323	Arysta Lifescience Benelux Sprl	-
1156	RITMUS	UP/I-320-20/15-01/414	PROBELTE, S.A.U.	-
1187	GRANPROTEC	UP/I-320-20/15-01/44	Sharda Cropchem Limited	-

Izvor: Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

U Republici Hrvatskoj je registrirano ukupno 12 pripravaka na bazi deltametrina. Teflurin spada u piretroide III. generacije s poboljšanim svojstvima topivosti i hlapivosti. Prikladan je za korištenje na ratarskim kulturama pšenice, kukuruza, suncokreta i šećerne repe, no ne smije se koristiti u uzgoju povrća i soje. U Republici Hrvatskoj je registrirano tri pripravka na bazi

teflurina proizvođača Syngenta Agro d.o.o. Trgovački naziv insekticida je Force, a dostupan je u granulama i tekućim formulacijama.³⁴

³⁴ Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja.

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)

5. UTJECAJ KONVENCIONALNIH INSEKTICIDA NA EKOSUSTAVE I SIGURNOST HRANE

U ovom poglavlju opisan je utjecaj konvencionalnih insekticida na ekosustave i sigurnost hrane. Utjecaj insekticida na sigurnost hrane u RH opisan je u sklopu legislative kojom se propisuju maksimalni ostaci pesticida na hrani s posebnim osvrtom na rezultate provedbe kontrole ostataka pesticida u i na hrani.

5.1. Utjecaj konvencionalnih insekticida na ekosustave

Primjena konvencionalnih insekticida ima degradacijske učinke po tlo i vodene ekosustave kao i negativan utjecaj na bioraznolikost okoliša. Poljoprivrednom proizvodnjom se intervenira u prirodnom okolišu, a time ujedno utječe na njegovu ravnotežu. Konvencionalni insekticidi uobičajeno se primjenjuju u industrijskoj poljoprivredi koja teži ostvariti maksimalne prinose putem uzgoja monokultura, primjene teške mehanizacije koja oštećuje zbijene strukture tla kao i primjenom konvencionalnih insekticida. Primjena konvencionalnih insekticida uzrokuje kemijsku degradaciju tla. Proces kemijske degradacije tla pod utjecajem konvencionalnih insekticida uvjetovan je svojstvima hlapivosti, topivosti te biokoncentracije insekticida u vodi, tlu, zraku kao i u živim organizmima. Klasifikacija onečišćenja tla prikazana je u tablici 8.

Tablica 8. Klasifikacija onečišćenja tla

Stupanj oštećenja	Vrsta oštećenja	Procesi oštećenja	Posljedice
I. stupanj – reverzibilno	Degradacija tala u intenzivnoj proizvodnji	Degradacija fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla te degradacija hidromelioracijama	Antropogeno zbijanje tla, zakiseljavanje i zaslanjivanje, fitotoksični učinci i smanjena biogenost
II. stupanj - uvjetno reverzibilno	Onečišćenje – zagađenje	Utjecaj teških metala i drugih toksičnih elemenata, ostaci pesticida, petrokemikalije, radionuklidi i imisijska acidifikacija	Neupotrebljivost hrane uslijed mutagenog, teratogenog ili kancerogenog djelovanja te ugroženost drugih ekosustava
III. stupanj – ireverzibilno	Premještanje – translokacija	Erozija vodom i vjetrom, eksploatacija kamena, prekrivanje otpadom i drugim tlom	Gubitak tla, ugroženost drugih ekosustava te gubitak proizvodnih površina
IV. stupanj - trajni gubitak tla	Prenamjena	Izgradnja urbanih područja i infrastrukture te hidroakumulacija	Smanjenje ukupne proizvodne površine

Izvor: obrada autora prema Sofilić, T. (2014). *Onečišćenje i zaštita tla*. Metalurški fakultet, Sisak., str. 54.

Onečišćenje tla se klasificira u četiri stupnja, pri čemu intenzivna poljoprivredna proizvodnja utemeljena na monokulturnom uzgoju, primjeni teške mehanizacije i pesticida u koje se ubrajaju i konvencionalni insekticidi uzrokuje degradaciju fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla. Posljedice intenzivne proizvodnje se ogledaju u antropogenom zbijanju tla, zakiseljavanju i zaslanjivanju tla te nastanku fitotoksičnosti i smanjenje biološke raznolikosti.³⁵ Do fizičke, kemijske i biološke degradacije tla dolazi iz razloga što tlo ima akumulativnu ulogu i sakuplja tvari sadržane u insekticidima. Putem oborina se tvari akumulirane u tlu šire na vodene ekosustave. Degradacije tla smanjuju mogućnost proizvodnje humusa što posljedično dovodi do značajno osiromašjenja tla.

Primjena konvencionalnih insekticida odražava se i na vodene ekosustave, i to posebice u proizvodnji monokultura. Negativan utjecaj insekticida uvjetovan je njihovom količinom u okolišu, ali i o prirodnoj strukturi tokova površinski i podzemnih voda. U Republici Hrvatskoj je su na negativan utjecaj insekticida osobito osjetljiva vapnenačka tla na području Dalmacije koja imaju svojstva visoke propusnosti. Upravo zbog visoke propusnosti vapnenačkog tla, konvencionalne poljoprivredne djelatnosti mogu uzrokovati prodiranje insekticida u podzemne vode što se negativno odražava na kvalitetu vodenih ekosustava. Onečišćenje vodenih ekosustava uslijed primjene insekticida može biti rezultat izravne ili neizravne primjene insekticida. Do izravne kontaminacije vodenih ekosustava dolazi uslijed nepravilne primjene i nepažnje, odnosno uslijed nezgoda, primjerice prilikom transporta. Takvu kontaminaciju karakteriziraju visoke količine insekticida u vodi, ali na ograničenom, odnosno lokaliziranom području. S druge strane, do neizravne kontaminacije vodenih ekosustava dolazi uslijed vrlo raširene uporabe insekticida i ostalih pesticida u konvencionalnoj proizvodnji. Navedeni oblik kontaminacije vodenih ekosustava predstavlja dugotrajnu i kontinuiranu izloženost vodenih ekosustava sastojcima iz konvencionalnih insekticida koja se putem hranidbenog lanca odražava na cjelokupni ekosustav.³⁶

Bioraznolikost okoliša temeljni je preduvjet prirodne ravnoteže. Sve intervencije čovjeka u okoliš mogu se odraziti na smanjenje bioraznolikosti te je stoga nužno odgovorno pristupiti planiranju zahtjeva u okolišu. Utjecaj uzgoja monokultura i primjene konvencionalnih insekticida je iznimno degradirajući po biološku raznolikost. Konvencionalna poljoprivreda uzrokuje „genetsku eroziju“, odnosno smanjuje genetsku različitost u populaciji sorti biljnih vrsta. Utjecaj na smanjenje bioraznolikosti osobito je izražen prilikom primjene genetski

³⁵ Sofilić, T. (2014). *Onečišćenje i zaštita tla*. Metalurški fakultet, Sisak, str. 54.

³⁶ Ostojić, Z. (2005). How to prevent water contamination with pesticides?. *Gospodarski list*, 164(3), 46.

modificiranih organizama koji izazivaju genetska onečišćenja kada se genetske informacije sadržane u takvim organizmima nekontrolirano šire u prirodi.

Prilikom uporabe konvencionalnih insekticida se osobito dovodi u pitanje utjecaj na pčele i ostale oprašivače. Insekticidi imaju nepovoljan utjecaj na pčelinje zajednice u smislu organizacije podjele rada u pčelinjim zajednicama, potrage za hranom i percepcije mirisa. Sve navedeno ima negativan utjecaj na razvoj pčelinjih zajednica.³⁷ Kontinuirano smanjenje pčelinjih zajednica bilježi se od 1998. godine te predstavlja značajan gubitak s obzirom na činjenicu da su pčele glavni oprašivači biljaka u ekosustavima diljem svijeta.

Uporaba insekticida utječe na kognitivne sposobnosti pčela, i to osobito na pamćenje i orijentacijske sposobnosti koje su ključne za opstanak pčelinjih zajednica. Negativan utjecaj insekticida na pčelinje zajednice naziva se kolapsom kolonija pčela.³⁸ Uslijed poremećaja u kognitivnim sposobnostima s naglaskom na sposobnost pamćenja i orijentacije, pčele napuštaju sigurnost košnica u zimskom razdoblju što dovodi do brze smrti cjelokupnih kolonija. Insekticidi se danas ne smatraju samo jednim od čimbenika koji doprinosi nestanku pčela, već glavnim uzrokom njihova nestanka.

Uporaba pojedinih insekticida s toksičnim učincima na pčelinje zajednice se stoga danas ograničava i zabranjuje, a osobitu inicijativu u ovom procesu preuzela je Europska unija. Osobito je važno ograničenje uporabe neonikotinoida razvijenih tijekom 1990.-ih godina. Početa njihove primjene podudara se s prvim razdobljem u kojem se počelo bilježiti opadanje broja pčelinjih zajednica. Neonikotinoidi se apliciraju na sjeme ili korijen biljke, a cijela biljka postaje otrovna za kukce. Neonikotinoidi imaju neurotoksično djelovanje na pčelinje zajednice koje se uslijed gubitka orijentacije ne mogu vratiti u košnice.³⁹

³⁷ Katušić, M. (2015). *Utjecaj pesticida na pčelinju zajednicu medonosne pčele* (završni rad). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek., str. 7-11.

³⁸ Caldararo, N. (2015). Social behavior and the superorganism: Implications for disease and stability in complex animal societies and Colony Collapse Disorder in Honeybees. *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS*, 13(1), 82-98.

³⁹ Grbeša, I. (2018). *Uloga pčela u ekosustavu* (završni rad). Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, str. 27.

5.2. Utjecaj konvencionalnih insekticida na sigurnost hrane

Uslijed povezanosti u hranidbenom lancu, negativni učinci konvencionalnih insekticida se sa kontaminiranih tala, zraka i vode šire i na živa bića koja sačinjavaju određenih ekosustav; biljke, životinje i posljedično na čovjeka. Životinje se mogu kontaminirati konzumacijom onečišćenih krmiva ili udisanjem onečišćenog zraka što dovodi do intoksikacije. Dugoročna izloženost toksinima iz insekticida dovodi do akumulacije toksičnih spojeva i u životinjskim prehrambenim proizvodima koje potom konzumira čovjek. „Kronična izloženost niskim dozama pesticida u ljudi rezultira mogućim toksičnim učincima od kojih su najizraženiji neurotoksični, imunotoksični i genotoksični učinci te toksično djelovanje na reproduksijski sustav.“⁴⁰ Navedeni učinci se odražavaju na zdravstveno stanje i kvalitetu života suvremenog čovjeka.

Kako bi se osigurala zdravstvena ispravnost namirnica biljnog i životinjskog porijekla u pogledu prisutnosti štetnih tvari iz insekticida i pesticida uopće, Europska komisija je donijela Uredbu 396/2005 o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla i o izmjeni Direktive Vijeća 91/414/EEZ.⁴¹ Uredba je od iznimnog značaja u osiguranju javnog zdravlja i sigurnosti hrane. Ekonomski značaj Uredbe ogleda se u činjenici da proizvodi koji ne udovoljavaju odredbama o maksimalnim razinama ostataka pesticida ne mogu biti predmet trgovine na jedinstvenom unutarnjem tržištu EU.

U Uredbi 396/2005 su posebno analizirani insekticidi iz skupine organoklornih pesticida, organofosfornih pesticida, sintetskih piretroda, karbamata i triazina.⁴² Kako bi se osigurala zaštita potrošača od izlaganja visokim razinama ostataka pesticida, Uredbom 396/2005 su definirane najviše dopuštene količine pesticida u različitim vrstama hrane, pri čemu se najveća dopuštena količina iskazuje kao zbroj djelatne tvari i njegovih metabolita. Na osnovu Uredbe Europske komisije, u Republici Hrvatskoj je donesen Pravilnik o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljnoj i životinjskog porijekla (NN 148/2008).

Navedeni Pravilnik propisuje maksimalne razine ostataka pesticida u i na hrani u posebnim prilogima Pravilnika, a za proizvode ili aktivne tvari za koje nije pojedinačno utvrđena

⁴⁰ Pleadin, J., Bogdanović, T., Murati, T., Kmetić, I. (2017). Kemijska onečišćivala iz okoliša i njihovi ostaci u hrani životinjskog podrijetla. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 12(1-2), 19-29.

⁴¹ Uredba 396/2005. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A32005R0396> (06.03.2019.)

⁴² Pleadin, J., Bogdanović, T., Murati, T., Kmetić, I. op.cit., 19-29.

maksimalna razina ostataka pesticida se primjenjuje propisana maksimalna granična vrijednost od 0,01 mg/kg. Odstupanje od maksimalne granične vrijednosti od 0,01 mg/kg dopušteno je za proizvode i aktivne tvari kod kojih se dostupnim rutinskim analitičkim metodama utvrde druge razine maksimalno dopuštenih vrijednosti.⁴³

Službene provjeru količine ostataka pesticida u i na hrani provode se primjenom metode uzorkovanja. Prikupljeni uzorci se analiziraju te se potom provodi kontrola da bi se utvrdilo je li količina ostataka pesticida sukladna s maksimalno dopuštenim količinama utvrđenim Pravilnikom. Provedba službene kontrole može se odvijati i na mjestima opskrbe krajnjih potrošača. Prilikom prikupljanja uzoraka je potrebno voditi računa da je u analizu uzet reprezentativan broj uzoraka, odnosno broj uzoraka za koji se smatra da adekvatno odražava značajke ukupne količine hrane plasirane na tržište. Analiza uzoraka provodi se u laboratorijima čija je kvaliteta rada prethodno provjerena (*eng. proficiency*).⁴⁴

U Republici Hrvatskoj se donosi višegodišnji nacionalni program kontrole ostataka pesticida koji se ažurira na godišnjoj razini. Procjena rizika uslijed izloženosti potrošača pojedinim aktivnim tvarima iz pesticida predstavlja temelj za donošenje Nacionalnog programa kontrole. U Nacionalnom programu se utvrđuje koji će se proizvodi uzorkovati s ciljem osiguranja javnog zdravlja i zdravstvene ispravnosti namirnica te se definira reprezentativan broj uzoraka kao i metode analize uzoraka. U programu je ujedno definirano na koje se pesticide vrše analize. Prilikom provedbe programa kontrole ostataka pesticida, potrebno je osigurati da se jednaki broj uzoraka uzima iz domaćih i inozemnih proizvoda pritom vodeći računa o učestalosti konzumacije i zastupljenosti pojedinih proizvoda u prehrani stanovništva. Odluka o odabiru proizvoda, broju uzoraka i aktivnim tvarima na koje se proizvodi testiraju ujedno ovisi o rezultatima ranijih testiranja kao i o programu kontrole koji se provodi na razini Zajednice.

U cilju osiguranja transparentnosti, resorno Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja svake godine na službenim web stranicama objavljuje rezultate nacionalnog programa praćenja ostataka pesticida. Ukoliko neki od testiranih proizvoda premašuje maksimalno dopuštene razine ostataka pesticida te nije sukladan s Uredbom 396/2005, odnosno Pravilnikom o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog porijekla (NN 148/2008), Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i

⁴³ Pravilnik o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljno i životinjskog porijekla (NN 148/2008)

⁴⁴ Ibid

ruralnog razvoja je nadležno za objavljivanje naziva proizvođača, distributera ili trgovca na malo koji plasiraju na tržište nesukladne proizvode.

Godišnje izvješća o ostacima pesticida je sintetizirano izvješće koje Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja objavljuje temeljem podataka Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, Hrvatske agencije za hranu i Uprave za sanitarnu inspekciju Ministarstva zdravlja i socijalne skrbi. U godišnjem izvješću o ostacima pesticida se iskazuju rezultati provedenih testiranja s posebnim naglaskom na eventualna odstupanja od maksimalno dopuštenih količina pojedinih pesticida na proizvodima. Ukoliko se utvrdi da neki proizvodi odstupaju od maksimalno dopuštene količine ostataka pesticida, nužno je navesti potencijalne razloge odstupanja i ključna opažanja kojima je moguće optimizirati proces upravljanja rizicima. U godišnjem izvješću o ostacima pesticida je nužno iskazati procjenu izloženosti akutnim i kroničnim rizicima stanovništva od ostataka pesticida u i na hrani sukladno rezultatima provedenih kontrola. Po potrebi, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja može zatražiti znanstveno mišljenje Hrvatske agencije za hranu u pogledu mjera koje je potrebno poduzeti vezano uz ostatke pesticida u i na hrani.⁴⁵

5.3. Rezultati kontrole nad ostacima pesticida u i na hrani na hrvatskom tržištu

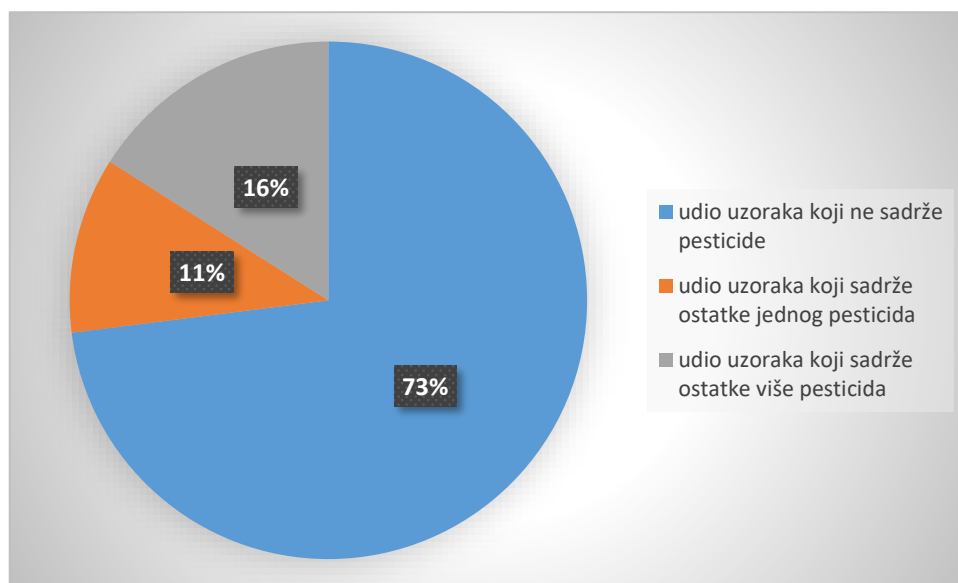
Na službenim web stranicama Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja objavljuju se godišnja izvješća o provedbi nacionalnog programa praćenja (monitoringa) ostataka pesticida u i na hrani. Na službenim stranicama Ministarstva su dostupna izvješća za razdoblje od 2008.-2015. godine, a u radu su prikazani rezultati iz posljednjeg obavljanog izvješća za 2015. godinu.

Rezultati su dobiveni analizom ukupno 483 uzorka proizvoda. Sanitarna inspekcija Ministarstva zdravstva prikupljala je i provodila analize uzoraka iz distributivnih centara, hladnjača, veletržnica i trgovačkih centara. Poljoprivredni inspektori su uzimali uzorke biljnih proizvoda na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, a veterinarski inspektori su uzimali uzorke životinjskih proizvoda u mljekarama i valionicama.

⁴⁵ Pravilnik o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljnoj i životinjskog porijekla (NN 148/2008)

Na slici 4 su prikazani ostaci pesticida u i na hrani s obzirom na tri kriterija, i to: udio uzoraka koji ne sadrže pesticide, udio uzoraka koji sadrže ostatke samo jednog pesticida i udio uzoraka koji sadrže ostatke više pesticida.

Slika 4. Grafički prikaz ostataka pesticida u i na hrani

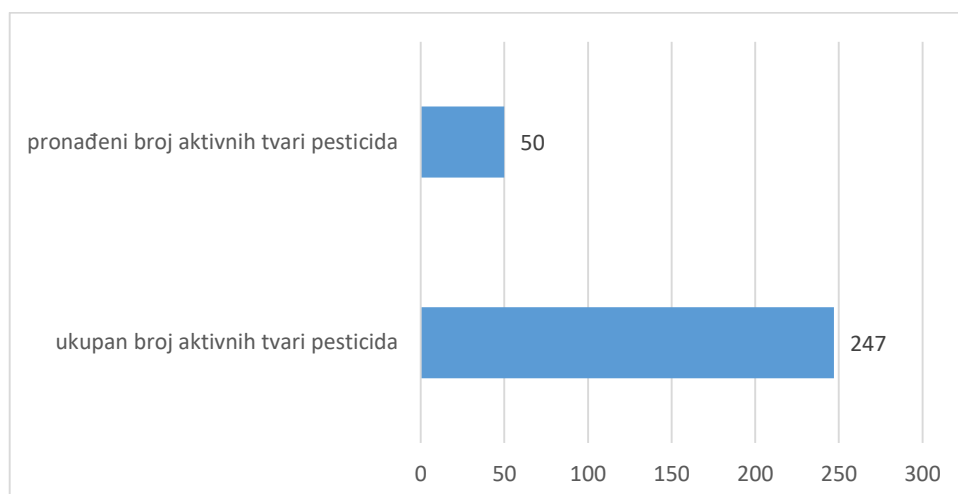


Izvor: Godišnje izvješće o provedbi Nacionalnog programa praćenja (monitoringa) ostataka pesticida u i na hrani u 2015. godini. [http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20\(monitoringa\)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf](http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20(monitoringa)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf) (08.03.2019.)

U najvećem broju analiziranih uzoraka (73%) nisu pronađeni ostaci pesticida. U 11% analiziranih uzoraka su pronađeni ostaci jednog pesticida, a u 16% uzoraka pronađeni su ostaci više pesticida. U jednom proizvodu (paprici proizvedenoj na području Republike Hrvatske) pronađena je viša količina pesticida od dopuštene, dok su u ostalim analiziranim uzorcima pronađeni pesticidi ispod ili na maksimalno dopuštenoj razini.

Aktivne tvari pesticida pronađene u analiziranim biljnim proizvodima prikazane su na slici 5.

Slika 5. Grafički prikaz aktivnih tvari pesticida u analiziranim biljnim proizvodima

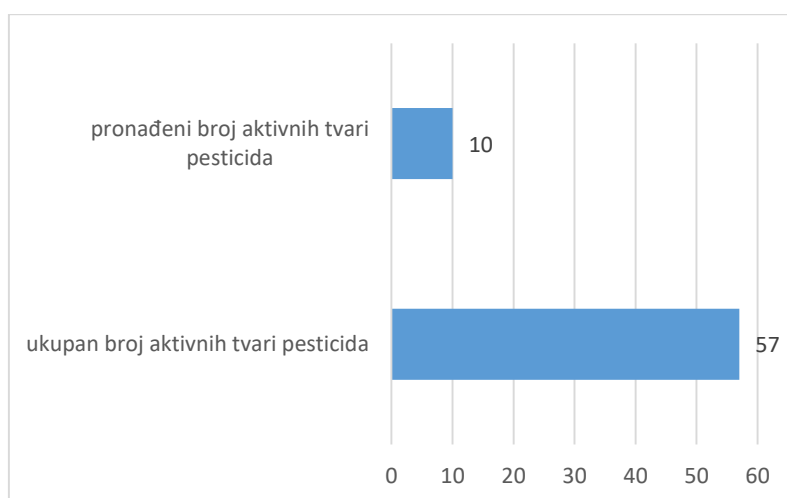


Izvor: Godišnje izvješće o provedbi Nacionalnog programa praćenja (monitoringa) ostataka pesticida u i na hrani u 2015. godini. [http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20\(monitoringa\)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf](http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20(monitoringa)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf) (08.03.2019.)

Ukupan broj aktivnih tvari pesticida na čiju su prisutnost testirani prikupljeni uzorci biljnih proizvoda iznosio je 247. Od ukupno 247 aktivnih tvari pesticida, u biljnim proizvodima je pronađeno 50 aktivnih tvari.

Aktivne tvari pesticida pronađene u analiziranim životinjskim proizvodima prikazane su na slici 6.

Slika 6. Grafički prikaz aktivnih tvari pesticida pronađenih u analiziranim životinjskim proizvodima



Izvor: Godišnje izvješće o provedbi Nacionalnog programa praćenja (monitoringa) ostataka pesticida u i na hrani u 2015. godini. [http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20\(monitoringa\)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf](http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20(monitoringa)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf) (08.03.2019.)

Ukupan broj aktivnih tvari pesticida na koje su testirani životinjski proizvodi iznosio je 57. Od ukupno 57 aktivnih tvari, u proizvodima životinjskog porijekla je pronađeno 10 aktivnih tvari pesticida.

Ukupan broj uzoraka s obzirom na udio ostataka pesticida i zemlju porijekla prikazan je u tablici 9.

Tablica 9. Ukupan broj uzoraka s obzirom na udio ostataka pesticida i zemlju porijekla⁴⁶

Udio pesticida/zemlja	Hrvatska	EU	Zemlje van EU	UKUPNO
manje od MDK	70	37	27	134
više od MDK	1	0	0	1
UKUPNO	71	37	27	135

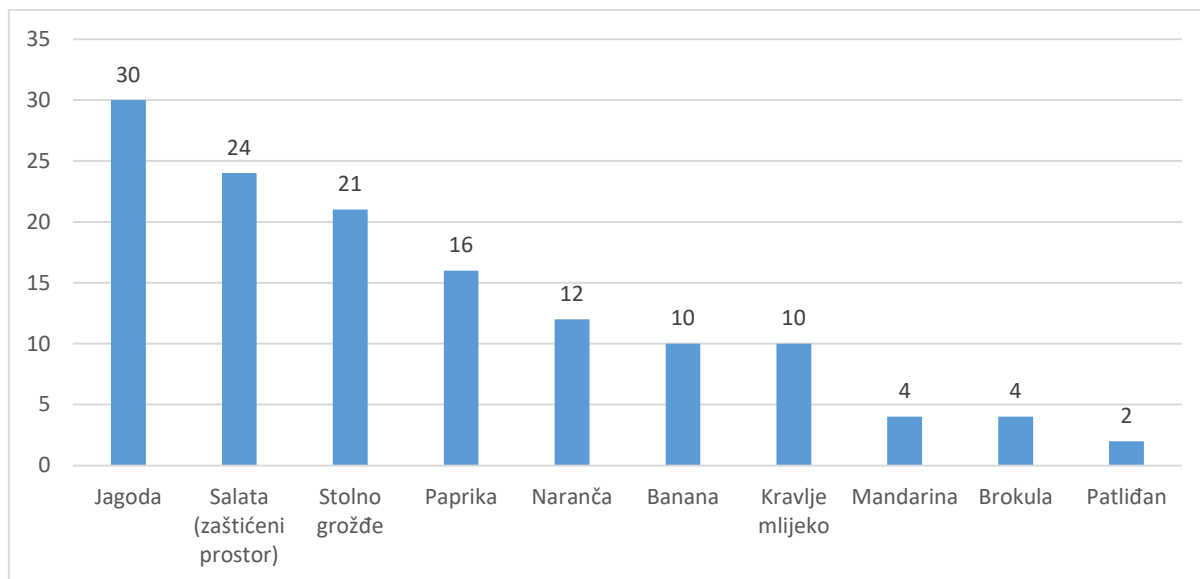
Izvor: Godišnje izvješće o provedbi Nacionalnog programa praćenja (monitoringa) ostataka pesticida u i na hrani u 2015. godini. [http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20\(monitoringa\)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf](http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20(monitoringa)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf) (08.03.2019.)

Od ukupno 135 uzoraka u kojima su pronađeni ostaci pesticida, 134 uzorka je sadržavalo koncentraciju pesticida u dozvoljenim količinama. Najveći udio proizvoda u kojima su pronađeni ostaci pesticida u dozvoljenim količinama je iz RH (70), dok je s područja EU ukupno 37 proizvoda s dozvoljenim količinama ostataka pesticida. U ukupno 27 proizvoda sa zemljom porijekla van EU pronađeni su ostaci pesticida u dozvoljenim količinama.

Uzorci deset proizvoda u kojima su pronađeni ostaci pesticida u dozvoljenim količinama rangirani su na slici 7.

⁴⁶ 348 uzoraka u kojima nisu pronađeni ostaci pesticida nije uključeno u obradu s obzirom na zemlju porijekla. Izvor: [http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20\(monitoringa\)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf](http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20(monitoringa)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf) (08.03.2019.)

Slika 7. Grafički prikaz rangiranja 10 proizvoda s najvećim brojem uzoraka u kojem su pronađeni ostaci pesticida



Izvor: Godišnje izvješće o provedbi Nacionalnog programa praćenja (monitoringa) ostataka pesticida u i na hrani u 2015. godini. [http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20\(monitoringa\)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf](http://fisportal.mps.hr/download/405-Godisnje%20izvjesce%20o%20provedbi%20Nacionalnog%20programa%20pracenja%20(monitoringa)%20ostataka%20pesticida%20u%20i%20na%20proizvodima%20biljnog2013.pdf) (08.03.2019.)

Biljni prehrambeni proizvod s najvećim brojem uzoraka u kojima su pronađeni pesticidi su jagoda (30), salata uzgojena u zaštićenom prostoru (24), stolno grožđe (21), paprika (16) i naranča (12). U deset uzoraka banana i kravljeg mlijeka također je pronađen udio ostataka pesticida u dozvoljenim granicama. Ostaci pesticida pronađeni su u četiri uzorka mandarina i brokula te u 2 uzorka patlidžana.

U proizvode u čijim uzorcima nisu pronađeni ostaci pesticida ubrajaju se grah i grašak bez mahune, sok od naranče, pšenica, maslac, kokošja jaja i dječja prerađena hrana na bazi žitarica.

6. PRIMJERI UPORABE INSEKTICIDA U UZGOJU JAGODA

Najznačajnije skupine štetnika u uzgoju jagoda predstavljaju koprivina grinja, malinin cvjetar, jagodina grinja i jagodina lisna uš.⁴⁷

Koprivina grinja je štetnik jagode koji se hrani biljnim tkivom putem sisanja te se uglavnom može pronaći na naličju lista. Pojava koprivine grinje je prepoznatljiva po tome što ovaj štetnik ispreda gustu mrežu na biljci te putem sisanja uzrokuje žutilo lišća. Ukoliko se adekvatno ne pristupi suzbijanju koprivine grinje, može doći do potpune defolijacije biljke.⁴⁸ Koprivina grinja je iznimno polifagna; može se hraniti stotinama biljaka, ratarskih kultura, voća i povrća te ukrasnog bilja. Postavlja jaja na lišće te usisava sadržaja stanica lišća, ostavljajući slične blijede točke ili ožiljke na kojima su uništene zelene stanice epiderma. Iako su pojedinačne lezije vrlo male, napad stotina ili tisuća grinja može uzrokovati tisuće lezija, čime se može značajno smanjiti fotosintetska sposobnost biljaka (slika 8).⁴⁹

Slika 8. Koprivina grinja



Izvor: http://pinova.hr/hr_HR/aktualno/koprivina-grinja-tetranychus-urticae (09.03.2019.)

⁴⁷ Štetnici jagode. http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/zastita-vocnjaka/zastita-jagode/stetnici-jagode (10.03.2019.)

⁴⁸ Barić, B. (2015). Grinje na jagodi [koprivina grinja (*Tetranychus urticae*) i jagodina grinja (*Phytonemus pallidus*)]. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 319-322.

⁴⁹ Masten Milek, T., Šimala, M. (2016). Koprivina grinja *Tetranychus urticae* (Koch) i hrđasta grinja rajčice *Aculops lycopersici* (Masse). *Glasilo biljne zaštite*, 16(5), 461-466.

Malinin cvjetar je štetnik koji se hrani biljkama obitelji *Rosaceae* i važan je štetnik jagode i maline. Odrasli štetnici se hrane lišćem jagoda, a ženke polažu jaja u neotvorenim cvjetnim pupoljcima, dok se larve hrane uvenulim tkivom pupoljaka. Štetnik malinin cvjetar pripada u red kornjaša i porodicu pipa. Prepoznatljiv je po bijelim, glatkim i sjajnim jajašcima te ličinci duljine do 3,5 mm koja je bijele boje, ali ima crnu glavu. Štete koje izaziva malinin (jagodin) cvjetar su vrlo prepoznatljive jer uništavaju pupu i stapku cvijeta te se cvijet objesi ukoliko ga napadne cvjetar (slika 9).

Slika 9. Malinin cvjetar



Izvor: <http://www.uzgojmalina.net/2017/02/malinin-cvjetar.html> (12.03.2019.)

Jagodine grinje su vrlo mali štetnici čije je tijelo dugo od 0,2 do 0,3 mm te pripadaju skupini mekokožnih grinja za razliku od koprivine grinje koju je moguće ubrojiti u skupinu crvenih pauka. Boja štetnika varira od bijele do smeđe ovisno o razvojnem stadiju. Suzbijanje jagodine grinje može biti otežano uslijed činjenice da se radi o grinji koja nije uočljiva golim okom. Rastu jagodine grinje pogoduju visoke temperature popraćene visokom količinom relativne vlage u zraku, a jedna generacija grinja razvija se tijekom 10 do 11 dana. Uslijed napada jagodine grinje, središnji listovi biljke postaju naborani i mali te poprimaju smeđu boju, a plodovi ostaju nedozreli (slika 10).⁵⁰

⁵⁰ Barić, B. (2015). Grinje na jagodi [koprivina grinja (*Tetranychus urticae*) i jagodina grinja (*Phytonemus pallidus*)]. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 319-322.

Slika 10. Jagodina grinja



Izvor: <https://www.agroTV.net/jagodina-grinja/> (06.03.2019.)

Jagodina lisna uš je u odraslom obliku blijedozelene ili blijedožute boje te se radi o beskrlinom štetniku koji na leđima ima crvenosmeđu pjegu. Duljina tijela lisne uši iznosi od 1,3 do 1,8 mm. Uši prezimljavaju na jagodama te njihov broj značajno raste do proljeća. Jagodine lisne uši napadaju mlado lišće i peteljku te pri napadu ujedno prenose nekoliko vrsta virusa. „Status lisnih uši kao štetnika jagoda promijenio se. Nekad su bile važne samo kao neizravni štetnici jer su bile prijenosnici virusnih oboljenja. Danas ih smatraju važnim izravnim štetnicima koji štetu čine sisanjem biljnih sokova, a posljedica je izlučivanje medne rose i naseljavanje gljive čađavice na površinu lista“⁵¹ (slika 11).

Slika 11. Jagodina lisna uš



Izvor: Gotlin Čuljak, T. (2015). Lisne uši na jagodama. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 315-318.

⁵¹ Gotlin Čuljak, T. (2015). Lisne uši na jagodama. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 315-318.

Insekticidi i akaricidi čija je uporaba dozvoljena na području Republike Hrvatske u uzgoju jagoda prikazani su u tablici 10.

Tablica 10. Insekticidi u uzgoju jagoda čija je primjena dozvoljena na području Republike Hrvatske

Djelatna tvar	Pripravak	Nametnik	Ograničenja
<i>Abamektin</i>	Vertimec, Kraft	trips, grinja	K=3
<i>Deltametrin</i>	Decis 2.5 EC	Uši	K=3
<i>Alfacipermetrin</i>	Fastac 10 EC	gusjenice, uši	K=14
<i>Spinosad</i>	Laser KS	trips, gusjenice	K=3

Izvor: Obavijest tržišnim proizvođačima jagoda u visokim plastičnim tunelima i otvorenim gredicama. <https://www.savjetodavna.hr/preporuke/9/6556/obavijest-trznim-proizvodacima-jagoda-u-visokim-plasticnim-tunelima-i-otvorenim-gredicama/> (10.03.2019.)

Insekticidi i akaricidi čija je primjena dozvoljena na području Republike Hrvatske u uzgoju jagoda su abamektin, deltametrin, alfacipermetrin i spinosad.

Abamektin je dostupan pod tržišnim imenima Vertimec i Kraft te je namijenjen za suzbijanje tripsa i grinja. Abamektin ima kontaktno i želučano djelovanje te ima visoku razinu toksičnosti za vodene organizme. Primjena abamektina uzrokuje nepokretnost kod štetnika koji ugibaju u roku od 2 do 4 dana jer uslijed nepokretnosti ujedno gube i sposobnost hranjenja.⁵²

Abamektin se vrlo često koristi u integriranoj proizvodnji voća s obzirom da nema značajne štetne utjecaje na populaciju korisnih insekata. Primjena abamektina se preporučuje pri početku vegetacije te ujedno u početnim fazama razvoja štetnika. Na istom nasadu jagode je pripravak dozvoljeno koristiti maksimalno dva puta. Karenca iznosi 3 dana.

Abamektin je na tržištu dostupan u vidu pripravaka Vertimec i Kraft. Vertimec 018 EC je insekticid koji je dostupan u vidu koncentrata za emulziju, a sadrži 18 g/l abamektina.

⁵² Barić, B. (2015). Grinje na jagodi [koprivina grinja (*Tetranychus urticae*) i jagodina grinja (*Phytonemus pallidus*)]. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 319-322.

Prilikom uporabe insekticida Vertimec, nužno je izbjegavanje vodozaštitnih zona te se rad s insekticidom treba odvijati na minimalno 20 m udaljenosti od jezera, mora, vodotokova i bunara (slika 12).

Slika 12. Vertimec 018 EC



Izvor: <https://www.agroportal.hr/agro-baza/zastitna-sredstva/insekticidi/6397> (09.03.2018.)

Vertimec se uobičajeno koristi u uzgoju jagoda na otvorenom s ciljem suzbijanja koprivine grinje, a doziranje iznosi od 0,75 do 1,25 l/ha te je sredstvo primjenjivo na pokretne stadije u razvoju koprivine grinje.⁵³

Kraft (slika 13) je insekticid na bazi abamektina u čijem je sastavu također 18g/l aktivne tvari te je dostupan u vidu koncentracije za emulziju. Dostupan je na tržištu u pakiranjima od 100 ml i 1 l. Na jagodama se koristi s ciljem suzbijanja crvenog pauka, kalifornijskog tripsa i muhe lisni limeri. Za suzbijanje crvenog pauka se koristi prilikom pojave pokretnog stadija. Ukoliko se insekticid Kraft koristi jednom, doziranje iznosi 1,2 l/ha, a ukoliko se koristi dva puta, doziranje treba iznositi 0,5 l/ha uz karencu od 7 dana. Kada se koristi s ciljem suzbijanja kalifornijskog tripsa, primjenjuje se u dozi od 0,75 l/ha do 1,2 l/ha prilikom pojave prvih ličinki, također uz karencu od 7 dana. Muhe lisni limeri tretiraju se insekticidom Kraft odmah

⁵³ Ibid.

nakon što je muha plegla jaja, odnosno nakon pojave prvih ličinki u koncentraciji od 0,05%-0,1%.⁵⁴

Slika 13. Insekticid Kraft



Izvor: <https://agrochem-maks.com/proizvod/kraft-18-ec/> (11.03.2019.)

Kraft 18 EC prikladan je preparat za suzbijanje štetnih grinja i paukova u voćarstvu u svim pokretnim stadijima, za suzbijanje kruškinih buha te tripsa, minera i grinja u povrtlarstvu.

Deltametrin ima široki spektar djelovanja te spada u skupinu kontaktnih i želučanih insekticida. Navedena aktivna tvar korisna je u suzbijanju jabučnog, šljivinog i breskvinog savijača, kruškine buhe, lisnih moljaca, tripsa duhana i štitastog moljca te ima manju razinu opasnosti za pčele.⁵⁵

Pripravak u kojem je deltametrin aktivna tvar je Decis 2,5 EC (slika 14). Na tržištu je dostupan kao koncentracija za otopinu. U uzgoju jagoda na otvorenom, deltametrin se koristi s ciljem suzbijanja lisne uši *Sitobon Fragarie*, pamukove i jagodine lisne uši. Kod lisne uši *Sitobon Fragarie*, pamukove i jagodine lisne uši se primjenjuje količina od 0,3 do 0,5 l/ha, i to najviše 3 puta tijekom 14 dana te maksimalan broj tretiranja u sezoni iznosi 3 puta.

⁵⁴ Insekticid Kraft. <https://agrochem-maks.com/proizvod/kraft-18-ec/> (11.03.2019.)

⁵⁵ Deltametrin. <https://www.agroklub.com/zastitna-sredstva/aktivne-tvari/deltametrin-159/> (10.03.2019.)

Slika 14. Insekticid Decis 2,5 EC



Izvor: http://www.poljoprivrednaapoteka.com/items_c/get_items/94/136 (10.03.2019.)

Alfacipermetrin je kontaktni i želučani insekticid koji ima sposobnost suzbijanja ličinki i štetnika u odraslom životnom stadiju. Radi se o insekticidu sa širokim spektrom djelovanja koji je djelotvoran u vrlo malim količinama. U tretiranju jagoda se koristi Fastac 10 EC, tekući koncentrat za emulziju iz skupine piretroida (slika 15). Fastac 10 EC je pripravak koji se u uzgoju jagoda koristi kod pojave štitastog moljca u dozi od 300 ml/ha, a na jednoj se površini smije primjenjivati maksimalno jednom godišnje. Kada se koristi s ciljem suzbijanja lisnih ušiju na jagodama, Fastac 10 EC se primjenjuje u dozi od 150 ml/ha, a na jednoj površini se smije koristiti do dva puta godišnje.

Fastac 10 EC je također učinkovit u slučaju pojave gusjenica sovice pozemljuša te sovice kada se koristi u količini od 150 ml/ha, do maksimalno dva puta godišnje. S ciljem suzbijanja sovice pozemljuša, sredstvo se primjenjuje predvečer apliciranjem na vlažnoj zemlji prije sjetve ili jednim tretiranjem vrata biljke prilikom pojave prvih oštećenja (slika 15).

Slika 15. Insekticid Fastac 10 EC



Izvor: <https://www.agrosava.com/fastac%C2%AE-10-ec> (12.03.2019.)

Spinosad je insekticid iz skupine naturalita koji se nalazi na listi aktivnih tvari dopuštenih u organskoj proizvodnji. Insekticid je produkt fermentacije prirodnih zemljišnih organizama, odnosno bakterije *Saccharopolyspora spinosa*. Pripravak na bazi aktivne tvari Spinosad koji se koristi u uzgoju jagoda je LASER KS (slika 16). Ovaj se insekticid koristi za suzbijanje kalifornijskog tripsa i *Spodoptera litoralis* na jagodama u količinama od 0,16-0,2 l/ha.⁵⁶ Ključna značajka navedenog insekticida je da je razvrstan van skupine otrova.

Slika 16. Insekticid LASER KS



Izvor: <https://agrochem-maks.com/proizvod/laser/> (10.03.2019.)

⁵⁶Laser KS. <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/laser-insekticid-pogodan-za-organsku-proizvodnju/15350/> (12.03.2019.)

7. ZAKLJUČAK

Pesticidi su tvari za zaštitu bilja i biocidne tvari. U skupinu pesticida ubrajaju se i insekticidi, odnosno tvari za suzbijanje štetnika na biljkama. Insekticidi se s obzirom na vrste mogu podijeliti na organofosforne insekticide, karbamate, piretroide, neonikotinoide, diamide, biotehničke insekticide, biološke i biljne insekticide. U konvencionalne pesticide se ubrajaju organofosforni insekticidi, karbamati i piretroidi. Uporaba insekticida treba biti odgovorna i provoditi se sukladno uputama za uporabu s obzirom da se radi o aktivnim tvarima koje se klasificiraju u skupinu otrova koji mogu imati negativne implikacije na fizičke, kemijske i biološke značajke tla, kvalitetu zraka i na vodene ekosustave. Uporabu insekticida je također važno sagledati sa stajališta javnog zdravlja i sigurnosti hrane. Iz tog je razloga, sukladno Uredbi 396/2005 u RH donesen Pravilnik o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog porijekla. U navedenom pravilniku su propisane maksimalno dozvoljene količine pesticida u biljnoj i životinjskoj hrani. Najznačajniji udio ostataka pesticida pronađen je u jagodi, salati i stolnom grožđu.

Primjena insekticida prikazana je na primjeru uzgoja jagoda. Najčešći štetnici na jagodama su koprivina grinja, malinin cvijet, jagodina grinja i jagodina lisna uš. U Republici Hrvatskoj je dozvoljeno tretirati jagode abamektinom, deltametrinom, alfacipermetrinom i spinosadom. Abamektin, deltametrin i alfacipermerin su konvencionalni kontaktni i želučani insekticidi sa širokim spektrom djelovanja na tripse, uši i gusjenice. Spinosad predstavlja novu generaciju insekticida koja se ne klasificira kao otrov te je u skladu s načelima održivog razvoja potrebno povećati primjenu navedenih insekticida koji se mogu koristiti i u organskoj proizvodnji. Smanjenje i ograničenje uporabe konvencionalnih insekticida predstavlja nužnost sa stajališta zaštite okoliša, osobito pčela i vodenih ekosustava kao i sa stajališta sigurnosti i zdravstvene ispravnosti hrane koju konzumiraju životinje i ljudi.

LITERATURA

1. Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. R., Martínez, M. A. (2006). Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and safety assessment. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 45(1), 91-95.
2. Barić, B. (2015). Grinje na jagodi [koprivina grinja (*Tetranychus urticae*) i jagodina grinja (*Phytonemus pallidus*)]. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 319-322.
3. Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2014). Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. *Glasilo biljne zaštite*, 14(5), 357-390.
4. Bosak, A. (2006). Organofosforni spojevi: klasifikacija i reakcije s enzimima. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 57(4), 445-457.
5. Caldararo, N. (2015). Social behavior and the superorganism: Implications for disease and stability in complex animal societies and Colony Collapse Disorder in Honeybees. *Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS*, 13(1), 82-98.
6. Cvjetković, B., Bažok, R., Barić, K., Ostojić, Z. (2016). Glasilo biljne zaštite, pregled sredstava za zaštitu bilja za 2016. godinu. Hrvatsko društvo biljne zaštite, Zagreb.
7. Deltametrin. <https://www.agroklub.com/zastitna-sredstva/aktivne-tvari/deltametrin-159/> (10.03.2019.)
8. EUR-Lex. Document 32015R2047. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A32015R2047> (05.03.2019.)
9. Fabijanić, K. (2010). Zaštita zdravlja i sigurnost članova poljoprivrednih kućanstava. *Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*, 52(4), 367-379.
10. Gašić, S., Brkić, D., Radivojević, L., Tomašević, A. (2012). Development of water based pesticide system. *Pesticidi i fitomedicina*, 27(1), 77-81.
11. Gotlin Čuljak, T. (2015). Lisne uši na jagodama. *Glasilo biljne zaštite*, 15(5), 315-318.
12. Grbeša, I. (2018). Uloga pčela u ekosustavu (završni rad). Veleučilište u Šibeniku, Šibenik.
13. Insekticid Kraft. <https://agrochem-maks.com/proizvod/kraft-18-ec/> (11.03.2019.)
14. Juran, I., Gotlin Čuljak, T., Bažok, R. (2005). Sintetski piretroidi. *Glasilo biljne zaštite*, 12(3), 196-210.
15. Karbamati. <http://struna.ihjj.hr/naziv/karbamati/2459/> (02.03.2019.)
16. Katušić, M. (2015). *Utjecaj pesticida na pčelinju zajednicu medonosne pčele* (završni rad). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek.

17. Korunić, Z., Rozman, V. (2012). Biljni insekticidi. In *Zbornik radova seminara DDD i ZUPP–24. znanstveno–stručno–edukativni seminar. Split* (str.. 269-280).
18. Kovačić, S. (2014). Zašto nestaju pčele. *Godišnjak Ogranka Matice Hrvatske*, 11, 94-105.
19. Laser KS. <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/laser-insekticid-pogodan-za-organsku-proizvodnju/15350/> (12.03.2019.)
20. Lazić, S. (2015). *Insekticidi u zaštiti bilja*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
21. Levak, S., Prevendar Crnić, A. (2012). Otrovanje organofosfornim spojevima i karbamatima. *Veterinar*, 50(1.), 22-31.
22. Liška, A. (2009). Noviji insekticidi i tehnologije u zaštiti uskladištenih proizvoda. *Zbornik radova seminara DDD i ZUPP slijedimo li svjetski razvoj. Zagreb: Korunić doo*, 25(27), 301-313.
23. Macan, J. (2006). Zdravstveni učinci piretrina i piretroida. *Arh.Hig. Rada Toksikologija*, 57(2), 237-243.
24. Masten Milek, T., Šimala, M. (2016). Koprivina grinja *Tetranychus urticae* (Koch) i hrđasta grinja rajčice *Aculops lycopersici* (Masse). *Glasilo biljne zaštite*, 16(5), 461-466.
25. Novaković, V. i sur. (2015). *Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja*. Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb.
26. Ostojić, Z. (2005). How to prevent water contamination with pesticides?. *Gospodarski list*, 164(3), 46.
27. Pirimifos metil. <https://www.agroklub.com/zastitna-sredstva/proizvodi/pirimifos-metil-50-ec-729/> (04.03.2019.)
28. Pleadin, J., Bogdanović, T., Murati, T., Kmetić, I. (2017). Kemijska onečišćivala iz okoliša i njihovi ostaci u hrani životinjskog podrijetla. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 12(1-2), 19-29.
29. Plimmer, J.R. (2003). *Insecticidal carbamates*. Encyclopedia of Agrochemicals.
30. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja. <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%20488%20&lan=> (04.03.2019.)
31. Pravilnik o maksimalnim razinama ostataka pesticida u i na hrani i hrani za životinje biljnoj i životinjskog porijekla (NN 148/2008)
32. Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014). *Insekticidi u zaštiti bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

33. Sofilić, T. (2014). *Onečišćenje i zaštita tla*. Metalurški fakultet, Sisak.
34. Šajina, M. Klorpirifos. <https://nutricionizam.com/klorpirifos/> (04.03.2019.)
35. Štetnici jagode. http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/zastita-vocnjaka/zastita-jagode/stetnici-jagode (10.03.2019.)
36. Teixeira, L. A., Andalaro, J. T. (2013). Diamide insecticides: Global efforts to address insect resistance stewardship challenges. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 106(3), 76-78.
37. Uredba 396/2005. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A32005R0396> (06.03.2019.)
38. Zakon o održivoj uporabi pesticida, NN (14/14, 115/18)